从朗道势垒到奥数 -- 我对未来教育和科学的看法

作者 顾立帆

—— 水往低处流。水可能还会往前流一点，但失去了部分势能，还有各种耗散。

主流教科书 AI: A Modern Approach 第三版中的问题，和权威学术杂志 Nature Magazine 上 AlphaGo Zero paper 中的错误，显示了当前教育和科学研究中的一些问题 [1]。

本文对教育、人工智能和 AlphaGo 系列的问题、数学危机和智力基础理论、leukotomy 和脑研究等问题逐一讨论，分析教育和科学研究所面临的新挑战。

一、教育

朗道势垒是苏联物理学家朗道招收学生的最低测试，以难度著称。成功通过朗道势垒本身并不是学术研究的成就。

国际数学奥林匹克（奥数）也起源于苏联的中学数学竞赛，但知识层次较低，针对中学数学方法。奥数获奖，虽然是荣誉，但也不是学术成就。就象中国的微雕艺术，是有趣而令人尊敬的技艺，但不是学术研究的主要目的。

近二、三百年，俄罗斯的人口规模和 talent pool 的规模远超过其他欧洲国家。在人才的衡量和选拔上较容易取得优势，也较受注重。而中国的人口规模和 talent pool 规模更大，远超过世界上的其他发达国家。奥数在中国受到追捧，也不难理解。

关注点从朗道势垒到奥数，体现了所关注的知识层次的降低（也是学术境界的降低），和参与人数的进一步扩大。但科学研究中所需要的一些本质思考方法，从奥数和其他类似的高难度、浅层次、纯技巧训练中是得不到的。

科学哲学在 Karl Raimund Popper 以后，基本停滞不前，不但导致智力研究在理论上误入歧途，也使科学研究在整体结构上越来越难以突破。很多耗资巨大的实验结束后，既证明不了什么本质，也否定不了什么本质，使诡辩在科学界又开始流行。

Marvin Minsky 的专著 The Emotion Machine 显示了智力基础研究上难以深入的困境。其实 emotion 只是 animal 层次的，而人类有能力发展 liberal arts、mathematics 和 sciences。所以研究人类智力，需要研究这些发展的智力基础。

主流教科书 AI: A Modern Approach 第三版，把苏格拉底和柏拉图从哲学基础中删去，把亚里斯多德当成正确的哲学基础，忽视了科学革命以来科学哲学的发展。这造成了该版本的基调有明显问题，难以继续改进。伽利略是把苏格拉底方法和科学实验定为科学的基础，哥德尔定理也意味着逻辑体系和 Turing Machine 有局限性。

Marvin Minsky 至少保留了优良的学术传统，征求别人对他专著的看法。而 AlphaGo Zero paper 的作者，如果拒绝用严格控制条件的科学实验来验证 superhuman 的宣称，也不作更正，则不但默认了 superhuman 之说没有科学依据，也损害了学术的严谨基础。

这些问题，都源自目前教育和研究中的急功近利，及知识层次和学术境界的急剧下降。也使未来，蒙上深深的阴影。在智能挑战的时代，对数学、公理系统和科学的整体和本质研究却严重不够，大学也缺乏这方面的课程和教育，是 Technological Singularity 和人工智能产生误导的根源之一 [2]。

朗道只把自己当作第四流的科学家：牛顿是第一流，爱因斯坦是第二流，创建量子物理的才俊们是第三流，和朗道同时代的美国物理学家理查德·费曼也是第三流。也许朗道是自谦，但他肯定无法和爱因斯坦相比。而俄罗斯历史上是出过门捷列夫的 [3]。

不知朗道该如何评价伽利略、达尔文。不理解 liberal arts、natural languages 和 philosophies 对数学和科学的影响，就无法真正理解人类智力。

二、人工智能和 **AlphaGo** 系列的问题

Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文，宣称 AlphaGo Zero 取得了 superhuman 的 performance。但 superhuman 的概念跟 generic 的 human 有关。该论文并没有提供任何 superhuman 的证据，而 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 根本不是 superhuman 的证据，AlphaGo Master 在一些对弈中击败一些人类棋手，也不是 superhuman 的证据。

科学需要在证伪中进步。只要有人设计出能证明 AlphaGo Zero 不是 superhuman 的实验，就可以否定该论文中的此一宣称。近年对人工智能和 Technological Singularity 的过度炒作，误导了脑和智力的研究。Demis Hassabis 也在谈论 AlphaGo 系列的通用智力潜在可能。所以用严格控制条件的严谨科学实验来验证 AlphaGo Zero 的 superhuman 宣称，非常重要。

我无意贬低电脑围棋的进展。事实上，我是鼓励电脑围棋的研究。早在 Deepmind 成立之前，我就分析认为电脑围棋可以击败人类顶级棋手，因为围棋是在很小空间里的高度规则化游戏 [4]。这已被证实。但这并不意味电脑围棋有通用智力潜力或超人能力。

AlphaGo Master 击败柯洁后，很多人开始膜拜 AlphaGo Master。而我指出：AlphaGo Master 虽然赢棋，但只要不是最优解，就可能走的是无理棋。这也已被证实，因为 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master 意味着 AlphaGo Master 很多离谱的走法其实是无理棋。

见到的 AlphaGo Zero 棋谱中，对 AlphaGo Master 的二十局是 AlphaGo Zero 最后版（或稳定版）[5]，有很不寻常现象：AlphaGo Master 执黑的十盘棋中，布局至 16 手完全一样。而 AlphaGo Zero 执黑的十盘棋中，布局至 18 手完全一样，AlphaGo Zero 输棋的 14、16 局，至 45 手完全一样。所以有如下问题：

1）在 Nature Magazime 上发表两篇 AlphaGo 系列文章后，Deepmind 有没有在这二十局棋里把 AlphaGo Zero 和 AlphaGo Master 对局的情况，全面准确地告诉公众？如果是，则：

2) 公布的这二十局棋谱中，所出现的布局高度类同，是由于 AlphaGo Zero 接近围棋最优解，还是陷入 local trap？如果认为是前者，需要用严格控制条件的严谨实验来验证。如果是后者，AlphaGo Zero 走的也是无理棋，而 superhuman 的宣称可能对围棋和智力科学研究带来严重误导。

其实 AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master，本身就是人类击败 AlphaGo Master 的证据：人类靠设计新算法系统击败了 AlphaGo Master，而 AlphaGo Master 自身的进化速度远不及人类根据系统结构分析来设计新算法的速度 [6]。Nature 杂志上的 AlphaGo Zero 论文发表前几个月，我就针对 AlphaGo Master 公开分析：利用自我对弈收集数据和 deep-learning 来涨棋，几年后其效果会不会暴露出局限？事实上，AlphaGo Master 的弱点不到四个月就暴露。

AlphaGo Zero 击败 AlphaGo Master，就是人类击败 AlphaGo Master 的证据这一结论，需要从科学原理作分析才能得出，从数据处理本身是看不出的。不能迷信数据处理的作用。

如果人类能设计更加新的算法击败 AlphaGo Zero，可以证明 AlphaGo Zero 不是 superhuman [7]。但这种证明仍是经验证明，只能证明某个具体的人工智能软件不是 superhuman，不能从原理上证明 deep-learning、reinforcement、或其它人工智能方法没有 superhuman 和通用智力方案的潜力。

这再次说明经验检验和数据处理的局限性。经验结果可以用来证伪，但不能用来证实。准确的验证，需要根据理论研究，设计有针对性的严格控制条件的严谨科学实验 [8]。普通围棋比赛只是 game 或竞技，不是证明学术观点对错的科学实验。

Superhuman 的普通语义，是指在人的基础上并有所超越，或人格化的超能力。Clock 计时比人准，IBM S/360 也早就在许多方面超过人，包括科学研究领域。如果 AlphaGo Zero 算 superhuman，IBM S/360 早就是 superhuman，根本轮不到 AlphaGo Zero 来宣称。所以，在 Nature 杂志上发表的 AlphaGo Zero 论文中，宣称的 superhuman 更应该是指在人的智力基础上并有所超越。至少需要验证有人的智力基础。普通的围棋比赛没有验证这点。

验证 AlphaGo 系列有没有通用智力、通用方案的潜力，非常简单，费用也很低。围棋下得不好的我就可以做实验，只要 Deepmind team 同意在实验上合作。目的是找出人工智能普遍而严重的问题。我的实验的更大价值在于较准确地测试 AlphaGo 系列的围棋智力上限，这需要一流人类棋手和 AlphaGo 系列对弈，要有使其暴露弱点的方法。而在普通的围棋比赛中，人类一流棋手是否仍有可能击败 AlphaGo 系列，也需要深入验证。

我设计的实验，实验结果和结果分析全部公开。别人可以对实验过程和结果作分析、推敲。这才是真正的科学实验方法。如果人类棋手在我设计的公正实验条件下也能胜过 AlphaGo 系列，意味着 AlphaGo 系列所依赖的人工智能技术有严重的缺陷 [9]。这对脑和智力的研究、以及人工智能的发展都有很大价值。

我设计的实验，基于 Turing Machine 和 deep-learning 的局限性，不需要 AlphaGo 系列论文和棋谱中的信息，所以可以验证人工智能和计算机本身的局限性。但出于对科学和公众负责，论文作者应该公布跟论文有关的全面准确的实验结果：包括 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Master，和最后版（或稳定版）的 AlphaGo Zero 对 AlphaGo Zero 的更多棋谱，等等。

Deep-learning 实际上是用经验数据给计算机洗脑。洗脑的后果，会相互给 credit，往错误的方向相互 reinforcement，而陷入 local trap。AlphaGo 系列的自我对弈，更是如此。

无人驾驶不同于围棋。围棋或围棋智力研究是特殊技能，只有少数人能精通，汽车驾驶普通人都能掌握得很好，无人驾驶的问题普通人也能发现。只是普通人不了解人工智能的原理，可能要许多年后才能发现无人驾驶的问题。但这会给无人汽车带来更大风险。

所以需要智力的基础研究，来设计严谨的科学实验，以发现更多本质问题。现在应该研究什么原因造成潜在问题可能无法在路试中暴露，以及是否有这种潜在问题会在大规模实用中频繁出现 [10]。

如果模式演变不稳定，不但基于直觉的判断会出错，对经验测试的统计结果和深度学习也会产生严重误导。有些以前几乎不出现的问题，模式演变后，甚至可能成为大概率事件。要了解智能的模式演变是否稳定，需要研究智力的基础理论 [11]。

三、数学危机和智力基础理论

智力不同于能量，所以智力科学是不同于物理学的新学科，这涉及生命的本质。第一次数学危机，其实跟哲学有关，目前的研究不够深入。对毕达哥拉斯体系和无理数的引入，以及各次数学危机的本质，也需要重新认识 [12]。这些涉及智力问题，所以智力科学不同于普通的生物学。

科学中虽然大量使用数学，但哥德尔定理实际上已经说明数学不能用来判断科学上的正确性。Turing Machine 及其各种变种，都是数学的子集，当然也不能判断科学上的正确性。不了解 Turing Machine 上的 local trap，夸耀 Universal approximation 只是误导。

科学的基础：Socratic method 和科学实验，都需要大量使用自然语言来分析、讨论。科学论文也大量使用自然语言，需要深入研究科学的自然语言和科学哲学。忽视、排斥科学哲学的人，很可能用一种错误的哲学来看待科学，比如经验哲学。

所以，科学不同于数学，智力科学也不同于数学、各种计算模型、和人工智能。智力科学需要研究自然语言、哲学、数学、和科学的发展，研究科学的自然语言比数学更加强大的那部分表达、分析和判断能力。

人工智能的研究，从 Alan Turing，到 Geoffrey Hinton，到 Demis Hassabis，技术还在发展，但思考深度和境界却在递减。AlphaGo 系列在算法设计上有进步，在是否超越人类智力这一方向性大问题的分析上，却误导了人工智能的发展。

Demis Hassabis 宣称 AlphaGo 系列有通用方案的潜力，却未接受我的实验验证要求 [13]。实际上他只主导了一些应用的开发。而

Geoffrey Hinton 提出的是较系统的思考和方法。

Turing Machine 为计算机提供了理论基础。人工智能和计算机的局限性，需要从 Turing Machine 的局限性去研究。Geoffrey Hinton 对计算机的理解，没有达到 Turing Machine 的本质，也就无法超越 Alan Turing 的思想境界，难以理解人工智能和深度学习的局限性。

要理解人工智能和计算机的局限性，需要建立更准确的智力概念系统。智力科学和物理学、化学、生物学一样，起源于哲学:

一、可以先研究从伽利略的 Dialogue Concerning the Two Chief World Systems [14]，到广义相对论的发展过程，去理解科学规律的本质，理解科学实验和经验测试的不同。经验观察会造成太阳围绕地球转的假象。Socratic method 和严谨设计的科学实验，才是科学的基础。否定别人的观点，需要公开把理由告诉对方，让对方有反驳的机会和设计实验来验证的机会。无视存在的重要问题，拒绝用科学实验来验证，是反科学的 [15]。

二、还可以研究从波义耳的 The Sceptical of Chemist，到元素周期表，到量子物理的标准模型的发展过程，去了解科学的深入和具体。

三、还可以研究从达尔文的 On the Origin of Species，到遗传学，到生物学综合的发展过程，去理解生命的本质。

更重要的是，准确的智力概念系统，需要以大量的科学实验作验证为基础。这些实验，不是泛泛的数据收集，而是有针对性的，严密设计的，严格控制条件的实验 [16]。

朗道势垒可以为较成熟时期的物理学选拔专才，但不适合创建智力学科的工作。

美国以前比较鼓励思考、讨论。现在对人工智能的局限性的研究，却受排斥。美国教育抛弃了自己的长处，当然也很快会丧失自己的优势。

以前有种观点，美国的普通教育虽然衰退严重，精英教育还是很强的。但普通教育水准的下降和研究上的缺乏公正，迟早会把精英教育的质量拉下来。热力学的熵定律是不是能提供一些启发。

凡是享受现代教育、现代生活的人，都应该对希帕索斯和伽利略感恩，虽然他们最重要的研究工作，并没有给他们自己带来经济回报 [17]。有这样的人为了追求学术真相而牺牲自己的生活甚至生命，科学才能够持续发展到今天。

四、Leukotomy 和 BRIAN Initiative

Leukotomy 造成严重问题，原因包括:

1）实施该手术时没有区分 personalities 和 mental diseases。由于对 personalities 缺乏研究，目前仍无法准确区分两者。这也使得使用基因技术的 BRAIN Initiative project 更加危险。

2）给 leukotomy 授与诺贝尔奖时，没有准确地检验 Leukotomy 的后果，对提出警告者也没有重视。而本人对 BRAIN Initiative 提出的警告和对 AlphaGo 系列提出的检验要求，也没有被重视。

3）该手术对 personality 和 intelligence 有严重损伤。连大规模实施者 Walter Freeman 都在一定程度上承认。由于缺乏对 personality 和 intelligence 的了解，事后的统计并不准确。

BRAIN Initiative project 的很多概念和方法的有效性、可靠性，令人担忧。包括在 NIH 的 BRAIN 2025 Report 中: “there is general agreement that types can be defined provisionally by invariant and generally intrinsic properties”，基于这些 invariant 和 agreement 的分类是否可靠及提供本质的 insights? 这样能否“envision an integrated, systematic census of neuronal and glial cell

types”？这种分类和 dynamic brain mapping 能否“Link brain activity to behavior”和“Produce conceptual foundations for understanding the biological basis of mental processes”，特别是对许多超出视觉、听觉、运动等等动物生理层次的重要 mental processes 和 behavior？等等。

BRAIN Initiative project 的另一个支柱：基因方法，更加危险。因为对人的 personality 和 intelligence 缺乏研究和了解，把 brain mapping 和基因跟 personality 和 intelligence 作的对应也不可靠。众所周知，收集统计数据时很容易在收集环境里无意中引入隐性假设（hidden assumptions），统计条件甚至可以被操纵。所以，一般的数据收集不是科学实验。科学实验需要更严谨的设计、严密控制实验条件。

除了少数明确的基因疾病，大部分疾病跟基因的相关性非常薄弱。很多生理特点，在某些环境下有竞争劣势，而在其他未知的（包括未来的）环境里可能有竞争优势。而 personality 和 intelligence 更具有高度可塑性，跟基因关联性更加小。

如果 BRAIN Initiative project 草率用基因和 brain mapping 来定义某些 mental diseases、解释 personality 和 intelligence，不但会误导研究，而且对人的基因的选择和控制的泛滥会造成基因固化、人的退化，损害人的 personality 和 intelligence 的发展，破坏社会文化的演化，造成文明的衰退。这比 leukotomy 更加危险。

如果对 leukotomy 的错误都无法纠正，对 AlphaGo 系列都无法作严谨的实验检验，对更复杂而更难了解的人的基因组合的解释、选择和控制，出错的可能性更高。而人的自我控制，包括基因选择和控制，不是演化的最终决定者，有更高的力量决定人类的命运。

受过相关学术训练的人看不到或无法纠正这些明显的问题，说明现在的教育出问题了。所以需要深入全面研究人的 personality 和 intelligence，来准确界定 mental diseases 和限定基因选择和控制方法的使用。

BRAIN Initiative 对 brain mapping 的过分倾斜也很不合理，使真正的 human level intelligence 基础研究得不到资源而受排斥。除了解释不清 personalities ′intelligence 和 mental diseases 之间的准确区别，BRAIN Initiative 和 neurosciences 也无法解释清楚：AlphaGo 等人工智能是否具有 generic human intelligence，亚里斯多德思维模式和科学的区别，等等关键性问题。本人建议对 AlphaGo 系列作实验，作为检验这些问题的开端，也计划通过围棋、语言、哲学、数学、科学等等的系列性智力研究来弥补 neurosciences 的局限性 [18]。

五、结语

科学的生命力在于设计可验证的理论。本人已经指出 AlphaGo Master 不具有人类智力的证据。按 AlphaGo Zero 的结构分析，设计能击败 AlphaGo Zero 的 AlphaGo 新版本应该也是可以的。而以前我对电脑围棋和 AlphaGo Master 的分析预测已经一一被证实，所以我提出的实验要求是有依据的。该实验能揭示更多的人工智能和计算机的本质，较准确地测试 AlphaGo 系列的智力上限，并检验是否有更严重的问题。实验思想和方法也很简明。

AlphaGo 系列的问题，涉及数学和算法的本质，需要新的理论作分析和科学验证。而基于语言和基于生命的智力研究，涉及更多的哲学和科学本质，更加复杂。对智力科学新领域进行系统理论研究，也有助于在其他学科如生物、物理、数学等等的突破性发展。

近年有人试图重新确立亚里斯多德在学术上的正统地位、抬高第谷而无视他理论体系的错误。这涉及科学革命的基础是否错误，Technological Singularity 的欲望是否有科学依据等重要问题。而基于基因技术的 BRAIN Initiative project 更加危险。所以进行智力基础理论研究和实验，澄清科学的基础，非常重要。如果人工智能在小小的围棋盘上都无法通过检测，Technological Singularity 完全是 baseless 的。

在科学上观点正确却没有权势没有资源的一方，要求公正的实验是最后的生机。如果有权势资源的那方，拒绝以公正的实验来检验，等于要把正确观点逼入死路。所以，权势和资源也应该意味着责任。

科学不是凭主观去判断该相信谁，而是靠严谨设计、严格控制条件的实验来验证。宣称 AlphaGo Zero achieved superhuman performance、以及 Demis Hassabis 宣称 AlphaGo 系列可以作为通用智力方案，超出了围棋比赛的范围，需要用科学实验来检验。

~~~~~~~~~~~~

[1] AI：A Modern Approach
“Aristotle… was the first to formulate a precise set of laws governing the rational part of the mind.”
precise AI

wind tunnel approach AI
the underlying principles and forces of flight Neurosciences human level intelligence AI

AlphaGo Zero Nature paper AI
AlphaGo Zero human intelligence

[2] Technological Singularity AlphaGo Zero superhuman

[3]
·

+
“”
Gödel's theorems suggest metaphysics from humans may not work

1819 Ferdinand Karl Schweikart

1830
~~~~~~~~~~~~

[illegible]

[illegible]

[4] [illegible] Cracking Go [illegible] Deep Blue [illegible]AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible]

[5] [illegible] http://www.alphago-games.com/[illegible]AlphaGo Zero [illegible] AlphaGo Zero [illegible] https://www.101weiqi.com/chessbook/player/38348/[illegible]

[6] AlphaGo Master [illegible]AlphaGo Master [illegible]

[7] http://www.alphago-games.com/[illegible]Full Strength of Alphago Zero, i.e. Final Form[illegible] 40 Blocks[illegible]20 Blocks [illegible] Not Full Strength of Alphago Zero[illegible] Alphago Zero [illegible] Alphago Zero [illegible] superhuman[illegible]

[8] [illegible] superhuman [illegible]AlphaGo [illegible]

[illegible] Turing Machine [illegible] limitation[illegible] AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible]Crazy Stone[illegible]AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible] AlphaGo [illegible] Google [illegible] AlphaGo [illegible]AlphaGo Zero[illegible] AlphaGo [illegible]Human level artificial intelligence [illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible] Google/Deepmind [illegible] AlphaGo [illegible]

[9] [illegible]2012 [illegible]2015 [illegible]

[10] [illegible]:"Go gaming is strictly defined within a very small space. Industrial automations are typically designed in well controlled environments, but not strictly defined. Car driving is regulated, but the environment is not well controlled"[illegible]

[illegible]

[11] [illegible]

[12] [illegible]

[illegible] AlphaGo [illegible]

[13] [illegible] AlphaGo Master[illegible]AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible]

[14] Dialogue Concerning the Two Chief Word Systems [illegible] Socratic Method [illegible]

[illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible]

[illegible]

[15] [illegible] AlphaGo [illegible] AlphaGo [illegible]

[illegible] AlphaGo [illegible] BRAIN Initiative project [illegible]

[illegible]

[16] Leukotomy [illegible]BRAIN Initiative project [illegible] **BRIAN Initiative**[illegible]

[17] [illegible]

[illegible]I do not cross the boundary between sciences and religions; Gödel's theorems suggest metaphysics from humans may not work[illegible]

[illegible]

[illegible]

[18] [illegible] AlphaGo [illegible]